



Documento: SPECIFICHE_IGM
Versione: draft
Data: Giugno 2006

ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE

TITOLO: Parametri di qualità

EMESSO E CUSTODITO DA: 2^a Direzione della Produzione e
Direzione Lavori Ricerca e Sviluppo

APPROVATO DA:

COMPOSIZIONE DEL DOCUMENTO

Introduzione

- 1. *Congruenza logica (di formato e di dominio)***
- 2. *Accuratezza geometrica (o posizionale)***
- 3. *Completezza***
- 4. *Accuratezza tematica***
- 5. *Congruenza topologica***

RIFERIMENTI: Specifiche tecniche per la formazione del
DB_25 e della corrispondente cartografia alla scala
1:25000

Questo documento è di proprietà dell'Istituto Geografico Militare e non può essere riprodotto, utilizzato e divulgato all'esterno dell'IGM senza la preventiva autorizzazione dell'ente di emissione.
Tutti i diritti sono tutelati a norma di legge.

INDICE

INTRODUZIONE

I parametri di qualità presi in esame

Congruenza logica (di formato e di dominio)

Accuratezza geometrica (o posizionale)

Completezza

Accuratezza tematica

Congruenza topologica e geometrica

1. **LA CONGRUENZA LOGICA (di formato e di dominio)**
 - 1.1 **La congruenza di formato**
 - *Il data type*
 - *I codici (le classi e i sotto-oggetti)*
 - *I codici (gli attributi)*
 - 1.2 **La congruenza di dominio**
 - *I possibili valori di dominio prestabiliti*
 - *Valori di dominio non prestabiliti*
2. **ACCURATEZZA GEOMETRICA (o posizionale)**
 - 2.1 **Generalità**
 - 2.2 **Accuratezza posizionale assoluta**
 - a. Individuazione del campione
 - b. Strumentazione e metodi di misura
 - c. Analisi dei dati
 - d. Tolleranze ammesse
3. **COMPLETEZZA**
 - 3.1 **Completezza degli Oggetti Topografici**
 - 3.2 ***Completezza della toponomastica (correttezza, corrispondenza)***
4. **ACCURATEZZA TEMATICA**
 - 4.1 **Caratteristiche da valutare**
 - 4.2 **Attendibilità ammessa**
 - 4.3 **Modalità di misura del parametro di qualità**
 - 4.4 **Determinazione della qualità**
5. **Congruenza topologica**
 - 5.1 **Premessa**
 - 5.2 **Struttura topologica del database, vincoli e relazioni logiche**
 - 5.3 **Determinazione del parametro di qualità**
 - 5.4 **Grado di accettabilità**

INTRODUZIONE

La determinazione della qualità del DB viene effettuata mediante l'analisi di alcune grandezze, dette *parametri di qualità*, durante tutte le fasi relative alla produzione. I tipi di parametri impiegati e le rispettive procedure di verifica, sono state definite prendendo a riferimento quanto prodotto dall'ISO/TC211 (*International Standard Organization – Geographic Information Geomatic*) e precisamente quanto contenuto nei documenti ISO 19113 (*Quality principles*) e ISO 19138 (*Quality measures*).

La verifica viene effettuata generalmente su un campione dei dati ma, per alcuni parametri può anche essere estesa ad un elemento cartografico o addirittura all'intero lotto. La misura tende ad accertare se ogni singolo parametro preso in esame ha valori che rientrano nella tolleranza prevista. La tolleranza in genere viene espressa come "errore percentuale massimo ammesso" sui dati o attraverso un "valore limite" che alcune grandezze non possono mai superare.

La verifica della qualità finale del DB deve garantire che tutti i singoli parametri, presi in esame separatamente, rientrino nei valori fissati in fase di progettazione.

I parametri di qualità presi in esame

Congruenza logica (di formato e di dominio)

Tende ad accertare se il formato del DB sia stato creato come previsto da specifiche relativamente al: formato, struttura delle tabelle, campi degli attributi e loro dominio. L'indagine è eseguita sull'intero *dataset*. Per questo tipo di parametro non è ammesso alcun errore in quanto una struttura dei dati diversa da quanto previsto potrebbe compromettere l'uso dell'intero database.

Accuratezza geometrica (o posizionale)

Tende a verificare il grado di accuratezza posizionale raggiunta dalla restituzione dei particolari. Per ogni oggetto topografico viene definita la tolleranza plano-altimetrica ed il suo limite di accettabilità. Per le due componenti la misura viene fatta in modo indipendente. Oltre alla verifica della coordinata assoluta dei punti (posizione assoluta, in termini di Est, Nord e quota) viene anche controllato che siano rispettate, da un punto di vista topologico, le mutue posizioni tra gli oggetti (posizione relativa) così come sono presenti sul terreno.

Completezza

Il parametro di completezza fornisce un'attendibilità della sola presenza/assenza di un determinato oggetto topografico nel DB e l'esattezza della toponomastica. Oltre alla verifica di un eventuale assenza di un oggetto, ovvero la mancata restituzione di un particolare che secondo le specifiche dovrebbe essere stato riportato sul DB, si esegue anche un controllo sul riporto di oggetti che invece sono stati riportati in eccesso in quanto non rientrano nei limiti di acquisizione. Due tabelle esprimono percentualmente il grado di l'attendibilità richiesta in termini di completezza degli oggetti nel DB ed anche in termini di completezza dei toponimi presenti, sia come testi cartografici che come toponimo inseriti quali attributi (campo *name*).

Accuratezza tematica

Tende a verificare se un particolare topografico sul DB sia stato correttamente corredato di tutti i suoi attributi che lo descrivono. Una tabella esprime il grado di attendibilità richiesto suddiviso per ogni singolo oggetto.

Congruenza topologica e geometrica

La qualità del database geografico si valuta, in termini di congruenza, oltre che sull'aspetto di formato e di dominio, anche sulla congruenza topologica vale a dire sull'accertamento che in fase di creazione del DB le relazioni tra gli oggetti sono congruenti dal punto di vista topologico. Questo parametro si basa su una serie di fattori legati alla struttura geometrica degli oggetti che costituiscono il database. I fattori di valutazione comprendono:

- Regole geometriche: ogni elemento cartografico deve essere acquisito in forma vettoriale correttamente nella sequenza dei punti inseriti (senza duplicazioni, errori di battitura, ecc.);
- Vincoli geometrici: gli elementi cartografici sono vincolati in base alla posizione reciproca (alla distanza fra loro), all'affinità degli oggetti che rappresentano, all'esclusività dell'area che

occupano. Tali vincoli sono imposti soprattutto in relazione alla scala di rappresentazione del DB al 25000 , all'ingombro degli elementi nella cartografia stampata;

- Relazioni topologiche: Il database è inquadrato in una struttura topologica per strati definita da una serie di relazioni fra le feature presenti, stabilite per conferire al DB l'attitudine a soddisfare utilizzi specifici attuali e previsti. Le relazioni, di tipo geometrico, sono identificate in base alla terminologia standard degli ambienti software topologici e raffigurate per chiarezza di interpretazione di tipologia di relazione. Tutti gli elementi del DB (feature e sotto-oggetti) sono collocati in classi, con caratteristiche geometriche e tematiche affini.

1 LA CONGRUENZA LOGICA (di formato e di dominio)

1.1 La congruenza di formato

- Il data type

La selezione degli oggetti che popolano il DB_25 è composta da particolari topografici (denominati sotto-oggetti) organizzati in tabelle. Sono utilizzati degli attributi FACC del DIGEST (es. NAM, TUC, BFC, ecc.) ed un attributo IGM, LAB (Sigla del sotto-oggetto), legato alla vestizione grafica e ad una breve descrizione dei particolari.

Ognuno di questi attributi deve esser espresso in un determinato formato (*data type*) la cui correttezza sarà oggetto di verifica in termini di attendibilità in riferimento alla congruenza logica come parametro di qualità.

I valori prestabiliti per i campi citati, alla fine delle lavorazioni, devono risultare conformi alle indicazioni del documento di specifica "**Struttura del DB25: feature attributi e domini**".

- I codici (le classi e i sotto-oggetti)

Le tabelle-dati facenti parte di un *file* con estensione ".mdb", tipico del DB_25, rappresentano le feature di oggetti di cui è prevista l'acquisizione e raggruppano dei sotto-oggetti facenti capo alla classe principale.

Le prime vengono identificate dal codice FACC preceduto da una lettera che ne qualifica il tipo di acquisizione; i secondi da un codice IGM (lab) in cui, con le stesse modalità, viene qualificata la primitiva geometrica.

Es	classe/ tabella (LAP030)		uno dei sotto-oggetti appartenenti alla classe (L302)
	L AP030	Feature lineare Strade/autostrade	L 302
			sotto-oggetto lineare A2-strada a quattro corsie

I codici delle tabelle, i codici dei sotto-oggetti e l'univoca appartenenza dei secondi alla classe/tabella di riferimento nonché la corrispondenza tra i codici e la relativa primitiva geometrica prevista saranno oggetto di verifica di attendibilità in riferimento alla Congruenza logica del *Dataset*.

- I codici (gli attributi)

I sotto-oggetti che popolano il *Dataset* del DB_25 vengono qualificati da una serie di attributi a carattere internazionale atti ad una più puntuale descrizione delle loro caratteristiche. Ogni attributo è contrassegnato da una sigla/codice (generalmente un'abbreviazione) di tre caratteri che individua un'argomentazione e che fornisce il nome al relativo campo della tabella in cui andranno inseriti i possibili valori del dominio:



id	lab	rst	tuc	exs	ltn	med
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

es. tuc = categoria del sistema dei trasporti
exs = categoria esistenza

Nella tabella che segue sono illustrate le sigle e le descrizioni degli attributi riguardanti gli oggetti di cui è prevista l'acquisizione per il DB_25; è comunque possibile estrarre la lista completa degli attributi DIGEST dalle tabelle del già citato documento "**Struttura del DB25: feature attributi e domini**". La corrispondenza di quanto riportato in tabella sarà oggetto di verifica.

Attributo	Descrizione
AO1	Angolo di orientamento del particolare con precisione 0.01 DEG
APT	Tipo di aeroporto
BFC	Funzione edificio
BLC	Restrizioni alla navigabilità, stazza del natante in tonnellate
BSC	Tipo di struttura del ponte, o del viadotto
CCA	Tipologia dell'allargamento o della strozzatura
CRV	Valore della curva di livello e/o della curva batometrica
DCC	Categoria di difficoltà
DWT	Tipo di diga
EXS	Categoria di esistenza
FCO	Conformazione del particolare
FVO	Orientamento verticale
HYC	Categoria idrologica
KVA	Valore in kV
LAB	Codice IGM
LOC	Categoria di posizione
LTN	Numero di binari, numero di corsie
MCC	Materiale di composizione
MED	Presenza dello spartitraffico
MIN	Categoria mineraria
NA4	Codice amministrativo
NAM	Nome
NM3	Codice dell'amministrazione a nord o a ovest del limite
NM4	Codice dell'amministrazione a sud o a est del limite
PPC	Categoria energia centrali
PPL	Numero di abitanti
PRO	Categoria prodotti
RGC	Categoria di scartamento ferroviario
RRA	Eletrificazione della ferrovia
RRC	Categoria ferroviaria
RST	Tipo di fondo stradale
SMC	Materiale di superficie
TUC	Categoria del sistema di trasporto
TXT	Note
UBD	Luce libera sotto il ponte
USE	Uso della struttura
VEG	Tipo di vegetazione
WD1	Larghezza minima (precisione 1 dm)
WGP	Misura del più corto tra i due assi perpendicolari, espressa in metri con incrementi in decimetri
WID	Larghezza minima (precisione 1 m)
ZV1	Valore Z più basso (- 400....+30000)
ZV2	Valore Z più alto (-400....+30000)

1.2 La congruenza di dominio

- I possibili valori di dominio prestabiliti

La gran parte degli attributi riguardanti gli oggetti di cui è prevista l'acquisizione per il DB_25 prevedono una serie di valori codificati (dominio) già prestabiliti atti ad indicare delle informazioni qualitative dell'oggetto (vedi DIGEST).

Detti valori possono essere individuati nel documento "**Struttura del DB25: feature attributi e domini**"

Sarà oggetto di controllo e verifica la condizione di uguaglianza tra il valore immesso e uno dei possibili valori previsti in riferimento ad ogni singolo attributo.

- Valori di dominio non prestabiliti

Per alcuni attributi non sono previsti domini prestabiliti ma il valore immesso nel campo sarà frutto di osservazioni, misurazioni, recupero di dati esterni o altro, essi sono:

AO1	Angolo di orientamento del particolare con precisione 0.01 DEG
BLC	Restrizioni alla navigabilità, stazza del natante in tonnellate
CRV	Valore della curva di livello e/o della curva batimetrica
KVA	Valore in kV
NAM	Nome
PPL	Numero di abitanti
UBD	Luce libera sotto il ponte
WGP	Misura del più corto tra i due assi perpendicolari, espressa in metri con incrementi in decimetri
ZV1	Valore Z più basso (- 400....+30000)
ZV2	Valore Z più alto (-400....+30000)

Per questi attributi sarà oggetto di controllo qualità il popolamento dei campi con valori non nulli o zero.

2. ACCURATEZZA GEOMETRICA (o posizionale)

2.1 Generalità

Per accuratezza si intende la differenza tra il valore di un certo fenomeno presente nel modello in esame ed il suo *valore vero*, o ritenuto tale, rilevato sul terreno.

Possiamo suddividere le accuratezze di posizione in due tipi :

- *Accuratezza posizionale assoluta*
- *Accuratezza posizionale relativa (topologica)*

2.2 Accuratezza posizionale assoluta

Le coordinate dei punti all'interno del DB_25 sono ottenuti tramite restituzione fotogrammetrica, mentre quelli misurati con operazioni di campagna mediante GPS geodetici o metodologie che garantiscono precisioni analoghe sono ritenuti i *valori veri*.

La determinazione dell'accuratezza posizionale viene valutata per le due componenti altimetrica e planimetrica separatamente, indicando i rispettivi errori:

- planimetrica, che può essere espressa nelle sue due componenti in est-nord (ΔE , ΔN) oppure semplicemente nel modulo del vettore risultante (distanza);
- altimetrica, con il suo valore di quota relativo (ΔH).

La valutazione della accuratezza geometrica della restituzione fotogrammetrica si basa sul confronto tra i dati ottenuti in restituzione e quanto invece rilevato da misura diretta sul terreno. La verifica dell'accuratezza dei dati, planimetrici ed altimetrici, avviene mediante analisi di tutti i punti fotografici selezionati su una superficie campione. L'analisi dei dati tende ad accertare che l'insieme delle procedure, del modello stereoscopico creato e del restituitista, permetta di ottenere un risultato geometrico che nel suo complesso rispecchi quanto previsto dalle specifiche. I risultati ottenuti sul campione vengono attribuiti all'intero elemento cartografico.

Il parametro dell'accuratezza posizionale non è riferito, come altri parametri di qualità, al singolo sotto-oggetto ma rispecchia un andamento geometrico di carattere generale dell'intero database. Tutta la geometria, in funzione del particolare topografico esaminato, viene analizzata per verificare se le coordinate dei punti rientrano percentualmente entro le tolleranze previste. In questo modo, nella verifica, si esegue una sorta di normalizzazione in quanto tutti i punti esaminati sono confrontati con le proprie rispettive tolleranze che possono essere anche molto diverse tra loro.

Il complesso delle operazioni da eseguire ha quindi lo scopo di accertare che l'intera superficie dell'elemento in esame abbia le caratteristiche geometriche previste. Occorre quindi verificare che le misure ottenute fotogrammetricamente rientrino nei limiti fissati nel documento "**Selezione degli oggetti topografici**" in cui sono specificate le tolleranze plano altimetriche per ogni singolo oggetto topografico. Esse vengono effettuate suddividendo le operazioni nelle seguenti fasi:

- Individuazione del campione**
- Strumentazione e metodi di misura**
- Analisi dei dati**
- Tolleranze ammesse**

a. Individuazione del campione

Occorre scegliere una porzione del foglio alla scala 1:50 000 oggetto del rilievo aerofotogrammetrico, all'interno del quale vengono misurati sul terreno le coordinate plano-altimetriche di alcuni particolari topografici.

I punti, individuati preventivamente sul primo plottaggio e verificati sui fotogrammi (vedi esempio foto), devono avere la caratteristica di essere di certa determinazione e ben collimabili stereoscopicamente. La loro distribuzione, all'interno dell'area campione del foglio, deve essere il più possibile uniforme, compatibilmente con le caratteristiche fotogrammetriche richieste.

Mediamente deve essere presente almeno un punto ogni 20 km² e comunque in un'area di 50 km², escluse zone ove non è presente geometria, deve ricaderne almeno uno.

Un progetto di massima deve essere eseguito prima delle operazioni di campagna per verificarne la rispondenza.

Di ogni punto dovrà essere prodotta monografia.

La verifica geometrica viene effettuata per la planimetria e l'altimetria separatamente. Gli stessi punti possono essere utilizzati per verificare sia la correttezza altimetrica che planimetrica oppure una sola di essa in funzione delle loro caratteristiche.

I punti quota planimetrici che non sono riferiti a particolari topografici, ottenuti mediante restituzione, possono essere impiegati per la verifica dell'altimetria e non per la planimetria mentre punti situati su terreni accidentati possono essere impiegati per la sola analisi planimetrica.

La scelta dei punti da selezionare deve ricadere su particolari quali:

- per la planimetria
 - incroci viabilità secondaria (o al massimo A7) evitando di inserire la viabilità principale ove risulta maggiormente indeterminato il punto collimato;
 - muri di cinta che siano chiaramente identificabili;
- per l'altimetria oltre i punti quota restituiti, possono essere considerati
 - ponti
 - campi di calcio



Esempio : Bivio su viabilità secondaria

b. Strumentazione e metodi di misura

Le coordinate dei punti sottoposti a verifica, presenti sul *file* di restituzione, devono essere confrontati con le coordinate dei medesimi punti acquisite invece con strumentazione GPS direttamente sul terreno. Le metodologie di misure in campagna devono essere tali da garantire una accuratezza assoluta dell'ordine di grandezza di 30 cm sia in planimetria che in altimetria. I valori ottenuti sono assunti quali valori veri del punto misurato. Per convertire le quote ellissoidiche in quelle geoidiche verrà utilizzato il modello ITALGEO più recente, disponibile presso l'IGM.

Si precisa che il numero minimo dei punti, fissato per il collaudo, deve essere inteso separatamente per le due componenti (planimetriche ed altimetriche) anche se uno stesso punto può essere utilizzato, e quindi conteggiato, per entrambi. Tale caratteristica deve essere indicata chiaramente sulla monografia prodotta.

Per la valutazione dell'accuratezza puntuale non viene fatta alcuna distinzione tra i vari oggetti topografici e nemmeno per la loro tipologia (areale-lineare-puntuale). Tutte le misure sono effettuate su particolari ben individuabili fotogrammetricamente sul terreno i quali vengono successivamente confrontati con i corrispondenti presenti sul DB che sono stati ottenuti mediante restituzione.

Non vengono misurate le coordinate dei singoli oggetti topografici nel loro insieme ma solo punti appartenenti alla loro geometria restituita, le coordinate possono quindi riferirsi indistintamente a punti isolati (es. tabernacolo), a vertici di elementi lineari (es. incrocio strada), o vertici di elementi areali (edificio). Tutti i punti acquisiti concorrono a formare un insieme su cui si effettua la verifica.

c. *Analisi dei dati in relazione*

. Altimetria

L'errore in quota, Δh_i per ogni i-esimo punto, è inteso quale differenza tra la quota letta sul file e quella, ritenuta vera, ricavata in campagna con relativo segno. Viene calcolato il numero percentuale dei punti che presentano un errore in quota in valore assoluto superiore a quanto previsto nel documento "**Selezione degli oggetti topografici: accuratezza altimetrica**" e l'eventuale presenza di punti con errori superiori al doppio della tolleranza prevista. Inoltre sugli errori Δh_i riscontrati sulla totalità dei punti misurati cui è prevista una tolleranza altimetrica pari o inferiore a 3 m, viene calcolata la media. Il valore della media degli errori in quota è assunto come BIAS presente sui dati.

Per la valutazione degli errori, i punti selezionati dovranno essere in zone sufficientemente pianeggianti e su terreno scoperto. La quota può essere anche riferita a manufatti (ponti, viadotti, edificato, ecc) quando la superficie sia chiaramente collimabile.

Planimetria

L'errore in planimetria è la distanza cartografica Δd_i tra le coordinate est-nord del punto misurato in campagna e del corrispondente punto identificato sul file.

La distanza $\Delta d_i = \sqrt{\Delta E_i^2 + \Delta N_i^2}$ è quindi calcolata in base alle differenze nelle singole coordinate piane est-nord riscontrate. Sulla totalità dei punti misurati viene calcolato il numero percentuale dei particolari che presentano un errore planimetrico Δd_i superiore a quello previsto nel documento "**Selezione degli oggetti topografici: accuratezza planimetrica**" e l'eventuale presenza di punti con errori superiori al doppio della tolleranza prevista.

Inoltre sugli errori ΔE_i e ΔN_i relativi ai soli particolari per cui è prevista una tolleranza planimetrica pari o inferiore a 3.5 m, vengono calcolate le medie rispettive ΔE_0 e ΔN_0 . Come BIAS in planimetria viene assunto il valore $\Delta d_0 = \sqrt{\Delta E_0^2 + \Delta N_0^2}$.

Per la valutazione degli errori i punti selezionati dovranno essere in zone ove la collimabilità del punto è sufficientemente chiara.

d. *Tolleranze ammesse*

Le tolleranze relative alla accuratezza posizionale, sia per la componente altimetrica che per quella planimetrica, relativi alla totalità dei punti sottoposti a verifica sono le seguenti:

- il numero dei punti che eccedono il valore della tolleranza prevista non deve superare il 5%
- il BIAS, se presente, deve essere inferiore ad 1,5 m

non devono comunque essere presenti punti che hanno un errore superiore al doppio della tolleranza prevista.

3. COMPLETEZZA

3.1 Completezza degli oggetti topografici

La completezza è il parametro di valutazione dell'esistenza di oggetti nel DB con riferimento al mondo reale schematizzato secondo le regole dettate dalle Specifiche Tecniche e dai limiti di acquisizione.

La verifica di completezza va eseguita alla fine della fase di restituzione ed alla fine della fase di ricognizione. Per ciascun sotto-oggetto viene definito un valore di "attendibilità della completezza" che esprime in termini percentuali la presenza attesa nel DB dei sotto-oggetti al termine di ciascuna fase. Al fine della definizione dell'attendibilità di completezza è possibile suddividere tutti i sotto-oggetti presenti del DB in 4 categorie:

- a. quelli acquisibili dalla documentazione raccolta;
- b. quelli acquisibili esclusivamente per restituzione;
- c. quelli acquisibili esclusivamente per ricognizione;
- d. quelli per i quali il dato acquisibile fotogrammetricamente, è da integrare necessariamente con la ricognizione.

Per i sotto-oggetti della tipologia "a" il valore di attendibilità:

- è 100% per tutti i sotto_oggetti riportati da documentazione ufficiale (es. ISTAT, IGM, IIM, ecc);
- è funzione dei metadati a corredo del dato;

Per i sotto-oggetti della tipologia "b" il valore di attendibilità è definito e verificato solamente alla fine della fase di restituzione e pertanto non saranno più oggetto di indagine (in termini di completezza) nella successiva fase di ricognizione.

Per i sotto-oggetti della tipologia "c" il valore di attendibilità è definito e verificato solamente alla fine della fase di ricognizione pertanto non saranno oggetto di verifica nella fase di restituzione.

Per i sotto-oggetti della tipologia "d" il valore di attendibilità è definito e verificato sia alla fine della fase di restituzione che alla fine della fase di ricognizione.

I valori di attendibilità attesi per ogni fase e per ogni sotto-oggetto sono riportati nella "**Tabella di completezza**", di seguito riportata.

In particolare:

- I valori della colonna (1) rappresentano l'attendibilità di completezza richiesta nel riporto della documentazione raccolta;
- i valori della colonna (2) rappresentano l'attendibilità di completezza, in termini percentuali, richiesta attraverso la restituzione;
- i valori della colonna (3) rappresentano l'attendibilità di completezza richiesta, in termini percentuali, di ciascun sotto-oggetto al termine della fase di ricognizione.

La presenza contemporanea di valori nei due campi delle colonne (2) e (3) implica che le informazioni acquisite attraverso restituzione devono essere necessariamente integrate tramite la ricognizione (sotto-oggetti di cui alla lettera "d").

La presenza del valore "null" in una delle due colonne implica che l'oggetto è individuabile esclusivamente tramite l'una o l'altra procedura (sotto-oggetti di cui ai punti "b" o "c").

La presenza del valore "null" nelle due colonne (2) e (3) implica che l'oggetto è individuabile esclusivamente tramite la raccolta della documentazione (sotto-oggetti di cui al punto "a").

La valutazione della qualità complessiva del DB in termini di completezza consiste nel verificare che per ogni sotto-oggetto l'errore percentuale in termini di completezza (E_c) sia tale da rispettare l'attendibilità ammessa.

Tenendo conto che l'errore percentuale di completezza può essere di:

- a. mancanza: quando un oggetto esistente nel mondo reale schematizzato secondo le regole dettate dalle **Specifiche Tecniche** e dai limiti di acquisizione non viene riportato nel DB ($E_{C_{i m}}$)
- b. sovraabbondanza: quando un oggetto è stato inserito nel DB non rispettando le regole dettate dalle **Specifiche Tecniche** e i limiti di acquisizione ($E_{C_{i s}}$)

l'errore percentuale di completezza (E_{ci}) è dato dalla somma delle due percentuali di errore di mancanza e di sovraabbondanza:

$$E_{ci} = E_{C_{i m}} + E_{C_{i s}}$$

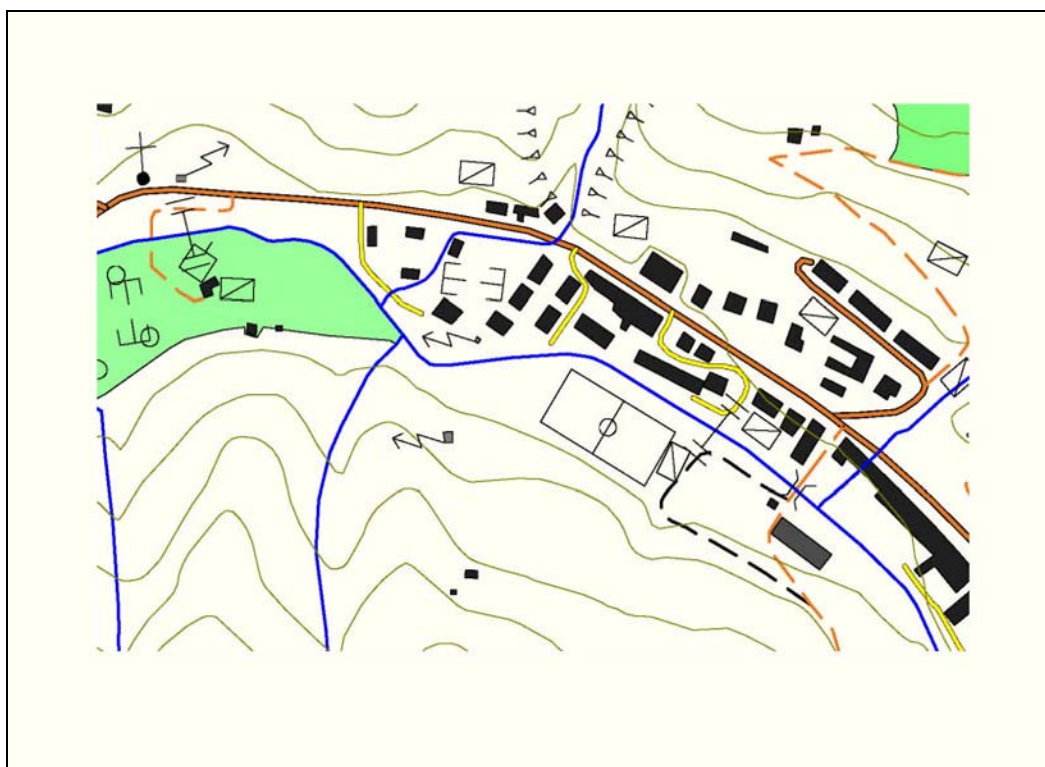
La percentuale di oggetti mancanti (E_{cm}) o sovraabbondanti (E_{cs}) è calcolata come rapporto percentuale tra il numero di sotto-oggetti mancanti o sovraabbondanti e il numero di sotto-oggetti totali presenti sul terreno (numerosità "reale") accertati nel controllo di qualità.

Noto l'errore E_{ci} di ogni sotto-oggetto, la qualità del DB in termini di completezza è conforme alle specifiche quando per ogni sotto-oggetto è verificata la seguente relazione:

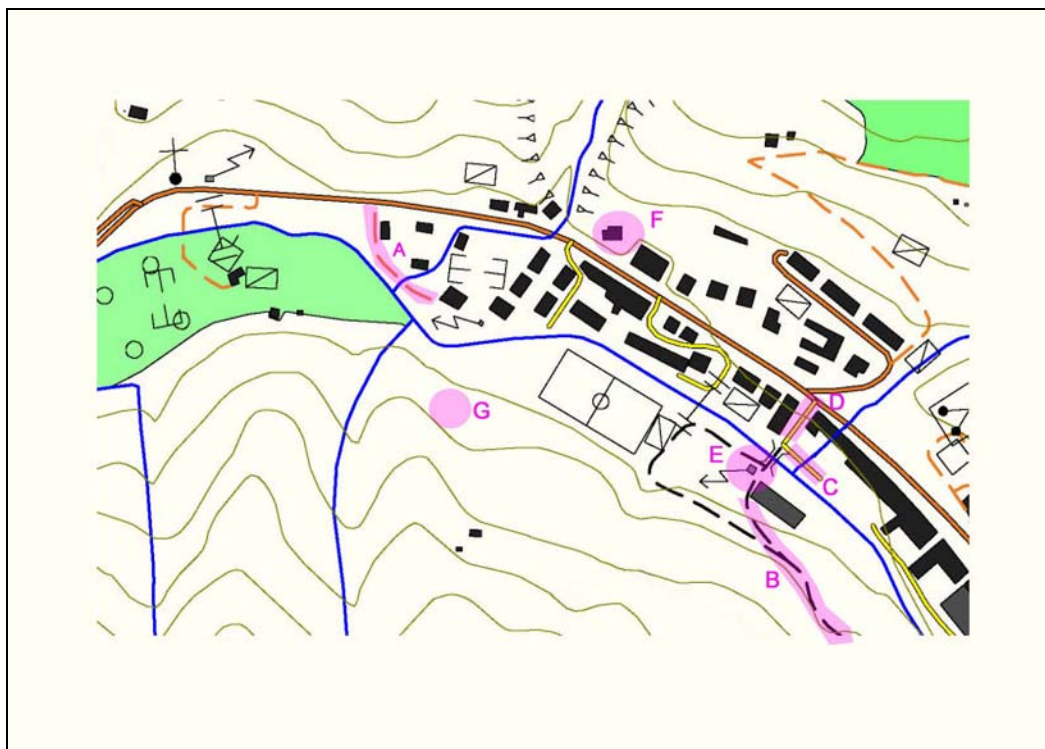
$$E_{ci} < (100 - \text{Attendibilità}_i)$$

Di seguito viene presentato un esempio di valutazione della qualità di un DB in termini di completezza.

Partendo dal presupposto che il mondo reale rappresentato in un DB "ideale", privo di errori schematizzato secondo quanto prescritto delle Specifiche Tecniche sia quello di figura



verifichiamo, a titolo di esempio, la qualità del DB prodotto sempre secondo le stesse specifiche e riportato nella figura sottostante



Dal confronto tra le due figure è quindi possibile evidenziare gli errori presenti di seguito riportati:

Riferimento	Descrizione	Errori di completezza
A	E' stata inserita nel DB una strada di tipo A7 (Lab: L305A) anziché una strada di tipo urbano (Lab: L311)	<ul style="list-style-type: none"> - di sovrabbondanza: nel DB prodotto è presente un oggetto di tipo L305A in eccesso - di mancanza: nel DB prodotto manca un oggetto di tipo L311
B	E' stata inserita nel DB una strada di tipo B2 (Lab: L306) anziché una strada di tipo A7 (Lab: L305A)	<ul style="list-style-type: none"> - di sovrabbondanza: nel DB prodotto è presente un oggetto di tipo L306 in eccesso - di mancanza: nel DB prodotto manca un oggetto di tipo L305A
C	La strada di tipo urbano (Lab: L311) inserita nel DB, nella realtà non esiste	<ul style="list-style-type: none"> - di sovrabbondanza: nel DB prodotto è presente un oggetto di tipo L311 in eccesso
D	E' stata inserita nel DB una strada di tipo urbano (Lab: L311) anziché una strada di tipo A7 (Lab: L305A)	<ul style="list-style-type: none"> - di sovrabbondanza: nel DB prodotto è presente un oggetto di tipo L311 in eccesso - di mancanza: nel DB prodotto manca un oggetto di tipo L305A
E	E' stata inserita una cabina elettrica (Lab: C518) anziché un edificio generico (Lab: C402)	<ul style="list-style-type: none"> - di sovrabbondanza nel DB prodotto è presente un oggetto di tipo C518 in eccesso - di mancanza: nel DB prodotto manca un oggetto di tipo C402
F	E' stato inserito un edificio generico (Lab: C402) anziché una baracca (Lab: P403)	<ul style="list-style-type: none"> - di sovrabbondanza: nel DB prodotto è presente un oggetto di tipo C402 in eccesso - di mancanza: nel DB prodotto manca un oggetto di tipo P403
G	Manca nel DB una Cabina elettrica (Lab:C518)	<ul style="list-style-type: none"> - di mancanza: nel DB prodotto manca un oggetto di tipo C518

Come si può notare, l'errore di interpretazione del particolare si traduce in un errore doppio: di sovrabbondanza per la tipologia di sotto_oggetto erroneamente inserita e di mancanza per la tipologia di sotto_oggetto che si sarebbe dovuta inserire.

Nella seguente tabella riportiamo quindi:

- in colonna 1: il sotto_oggetto;
- in colonna 2: il numero di unità di sotto_oggetti presenti nel campione scelto del DB prodotto;
- in colonna 3: il numero di unità di sotto_oggetti presenti nel mondo reale ed accertate tramite ricognizione dell'area campione;
- in colonna 4: il numero di unità di sotto_oggetti mancanti;
- in colonna 5: il numero di unità di sotto_oggetti sovrabbondanti;
- in colonna 6: l'errore percentuale di completezza di mancanza (E_{cm});
- in colonna 7: l'errore percentuale di completezza di sovrabbondanza (E_{cs});
- in colonna 8: l'errore percentuale di completezza (E_c);
- in colonna 9: l'errore percentuale ammesso;
- in colonna 10: l'esito del controllo effettuato.

	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sotto-Oggetto (LAB)	N° oggetti presenti sul DB	N° oggetti accertati nel mondo reale	N° oggetti mancanti	N° oggetti sovrab.	Percentuale mancanti (4/3)	Percentuale sovrab. (5/3)	Errore di completezza (6+7)	Errore ammesso	Esito [(100%-8)<9]
L305A	3	4	2	1	50%	25%	75%	10 %	Falso
L306	2	1	0	1	0%	100%	100%	20%	Falso
L311	5	4	1	2	25%	50%	75%	20%	Falso
C402	45	45	1	1	2%	2%	4%	5%	Vero
C518	3	3	1	1	33%	33%	67%	10%	Falso
P403	7	8	1	0	17%	0%	17%	40%	Vero

Le percentuali di errore hanno solo scopo di esempio in quanto si riferiscono ad un campione di esigua numerosità degli oggetti topografici e pertanto non statisticamente significative (per avere percentuali statisticamente significative il numero di sotto-oggetti deve essere superiore a 10, nel caso contrario, per aumentare numerosità del campione possono essere aggregati sotto-oggetti con caratteristiche simili).

Si riporta di seguito la Tabella della attendibilità di completezza.

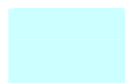
La tabella è divisa in tre sezioni di colore diverso per differenziare le 3 diverse tipologie di oggetti topografici:



Oggetti per i quali viene assegnata un'Attendibilità di completezza alla fine della fase di restituzione e un'Attendibilità di completezza alla fine della fase di ricognizione per ciascun sotto oggetto (LAB)



Oggetti per i quali viene assegnata un'Attendibilità di completezza finale esclusivamente alla fine della fase di restituzione per ciascun sotto oggetto (LAB)



Oggetti per i quali viene assegnata un'Attendibilità di completezza esclusivamente in fase di acquisizione dei dati da enti preposti per ciascun sotto oggetto (LAB), senza ulteriori verifiche

Tabella di completezza

feature	titolo	sigla	oggetto topografico	completezza da documentazione (1)	completezza da restituzione (2)	completezza da ricognizione (3)
AAA010	Miniera	C413	Miniera a cielo aperto	null	80	90
AAA012	Cava	C649	Torbiera	null	80	90
AAA012	Cava	C914	Cava di tufo	null	80	90
AAA012	Cava	C915	Cava	null	80	90
AAC000	Stabilimento industriale/Impianto di trasformazione	C405A	Stabilimento industriale	null	80	90
AAC000	Stabilimento industriale/Impianto di trasformazione	C406	Opificio generico	null	80	90
AAD010	Centrale elettrica	C407	Centrale termoelettrica	null	80	90
AAD010	Centrale elettrica	C408	Centrale idroelettrica	null	80	90
AAD020	Centrale elettrica (solare)	C408A	Centrale a energia solare	null	80	90
AAD030	Sottostazione di trasformazione	C519	Sottostazione elettrica	null	80	90
AAD030	Sottostazione di trasformazione	C518	Cabina elettrica	null	80	90
AAD500	Centrale elettrica (eolica)	C408B	Centrale a energia eolica	null	80	90
AAK060	Campeggio	C439X	Campeggio	null	30	90
AAK120	Parco/Giardino	C715	Parco/Giardino	null	70	90
AAL012	Rovina/Area archeologica	C421	Zona Archeologica	null	80	90
AAL015	Edificio	C433A	Costruzioni nel cimitero	null	80	90
AAL015	Edificio	C431C	Sinagoga	null	60	90
AAL015	Edificio	C431B	Moschea	null	60	90
AAL015	Edificio	C439	Palestra/Palazzetto	null	80	90
AAL015	Edificio	C402A	Allevamento	null	60	90
AAL015	Edificio	C402	Edificio generico	null	80	90
AAL015	Edificio	C431	Chiesa cristiana	null	70	90
AAL015	Edificio	C432	Duomo/Cattedrale	null	80	90
AAL015	Edificio	C402B	Centro commerciale	null	70	90
AAL015	Edificio	C437	Ospedale	null	80	90
AAL015	Edificio	C433	Cappella	null	50	90
AAL015	Edificio	C402M	Municipio	null	70	90
AAL019	Tettoia industriale/Capannone	C405B	Tettoia industriale/Deposito	null	70	90
AAL030	Cimitero	C435	Cimitero grande	null	80	90
AAL045	Delimitazione complesso funzionale	C438	Complesso sportivo	null	80	90
AAL045	Delimitazione complesso funzionale	C437A	Complesso ospedaliero	null	80	90
AAM070	Serbatoio/Deposito di liquidi e gas	C411	Serbatoio per raffineria	null	80	90
AAQ125	Stazione ferroviaria	C222	Stazione ferroviaria di transito	null	80	90
AAQ125	Stazione ferroviaria	C221	Stazione ferroviaria di testa	null	80	90
AAQ140	Area di sosta/Area di parcheggio	C330	Area di rifornimento	null	80	90

feature	titolo	sigla	oggetto topografico	completezza da documentazione (1)	completezza da restituzione (2)	completezza da ricognizione (3)
AAQ140	Area di sosta/Area di parcheggio	C331	Area di parcheggio	null	80	90
ABB005	Porto	C639	Porto	null	80	90
ABI501	Depuratore/Vasca di depurazione	C440	Vasca di depurazione	null	80	90
AGB005	Aeroporto	C501X	Aeroporto principale	null	80	90
AGB005	Aeroporto	C502X	Aeroporto secondario/Aeroclub	null	80	90
LAL012	Rovina/Area archeologica	L619	Acquedotto diruto	null	50	90
LAL012	Rovina/Area archeologica	L419A	Mura storiche	null	50	90
LAL012	Rovina/Area archeologica	L421A	Rovina antica in proiezione	null	80	90
LAL012	Rovina/Area archeologica	L322	Via antica/Strada romana	null	20	90
LAN010	Ferrovia/Tranvia/Funicolare	L207	Tranvia in sede stradale	null	70	90
LAN010	Ferrovia/Tranvia/Funicolare	L207A	Tranvia in sede propria	null	70	90
LAN010	Ferrovia/Tranvia/Funicolare	L202	Ferrovia a 2 o più binari a scartamento ordinario	null	80	90
LAN010	Ferrovia/Tranvia/Funicolare	L205A	Funicolare/Cremagliera	null	70	90
LAN010	Ferrovia/Tranvia/Funicolare	L205	Ferrovia a 1 binario a scartamento ridotto	null	80	90
LAN010	Ferrovia/Tranvia/Funicolare	L214	Ferrovia a scartamento ordinario in costruzione	null	80	90
LAN010	Ferrovia/Tranvia/Funicolare	L201A	Binario all'interno di stazioni o scali ferroviari	null	80	90
LAN010	Ferrovia/Tranvia/Funicolare	L201	Ferrovia a 1 binario a scartamento ordinario	null	80	90
LAN010	Ferrovia/Tranvia/Funicolare	L216	Ferrovia a scartamento ordinario in disarmo	null	80	90
LAP020	Svincolo	L301A	Svincolo autostradale	null	80	90
LAP020	Svincolo	L301B	Svincolo stradale	null	80	90
LAP030	Strada/Autostrada	L301S	A1 con carreggiate separate >30 m	null	80	90
LAP030	Strada/Autostrada	L304B	A6	null	80	90
LAP030	Strada/Autostrada	L313	A2 in costruzione	null	80	90
LAP030	Strada/Autostrada	L304A	A5	null	80	90
LAP030	Strada/Autostrada	L303B	A4	null	80	90
LAP030	Strada/Autostrada	L303AS	A3 con carreggiate separate >30 metri	null	80	90
LAP030	Strada/Autostrada	L303A	A3	null	80	90
LAP030	Strada/Autostrada	L302	A2	null	80	90
LAP030	Strada/Autostrada	L301	A1	null	80	90

feature	titolo	sigla	oggetto topografico	completezza da documentazione (1)	completezza da restituzione (2)	completezza da ricognizione (3)
LAP030	Strada/Autostrada	L315	A5/A6 in costruzione	null	80	90
LAP030	Strada/Autostrada	L314	A3/A4 in costruzione	null	80	90
LAP030	Strada/Autostrada	L312	A1 in costruzione	null	80	90
LAP030	Strada/Autostrada	L305A	A7 - Strada ad una corsia di larghezza compresa fra 2,50 e 3,50 metri, fondo duro o leggero	null	80	90
LAP030	Strada/Autostrada	L311	Viabilità secondaria all'interno degli abitati	null	80	90
LAP030	Strada/Autostrada	L302S	A2 con carreggiate separate >30 m	null	80	90
LAP040	Barriera pedaggio	L301P	Barriera pedaggio	null	80	90
LAQ010	Impianto a fune/Sciovia	L511	Seggiovia	null	80	90
LAQ010	Impianto a fune/Sciovia	L509	Ski-lift/Slittovia	null	80	90
LAQ010	Impianto a fune/Sciovia	L507	Funivia/Cabinovia	null	80	90
LAQ040	Ponte/Cavalcavia/Viadotto	L629	Ponte canale	null	80	90
LAQ040	Ponte/Cavalcavia/Viadotto	L361	Ponte su barche	null	80	90
LAQ040	Ponte/Cavalcavia/Viadotto	L350	Viadotto per strade di categoria A1	null	90	90
LAQ040	Ponte/Cavalcavia/Viadotto	L351	Viadotto per strade di categoria A2 e strade A1 con carreggiate separate	null	90	90
LAQ040	Ponte/Cavalcavia/Viadotto	L354	Viadotto per strade di categoria (A3/A4)	null	90	90
LAQ040	Ponte/Cavalcavia/Viadotto	L356	Viadotto per strade di categoria A5/A6	null	90	90
LAQ040	Ponte/Cavalcavia/Viadotto	L356B	Viadotto per strade di categoria A7/B2/B3/B4 e Viabilità nei centri abitati	null	90	90
LAQ040	Ponte/Cavalcavia/Viadotto	L352	Viadotto ferroviario	null	90	90
LAQ040	Ponte/Cavalcavia/Viadotto	L360	Ponte sospeso/strallato	null	80	90
LAQ070	Traghetto con natanti	L365	Attraversamento con natante/barca	null	20	90
LAQ150	Scalinata	L334	Scalinata	null	60	90
LAT030	Elettrodotto	L518	Elettrodotto a linea aerea	null	80	90
LAT041	Teleferica	L506	Teleferica	null	60	90
LBH070	Guado	L364	Guado	null	60	90
LBI020	Diga/Briglia/Pescaia	L613	Diga a materiale sciolto	null	80	90
LBI020	Diga/Briglia/Pescaia	L652A	Diga muraria	null	80	90

feature	titolo	sigla	oggetto topografico	completezza da documentazione (1)	completezza da restituzione (2)	completezza da ricognizione (3)
PAA050	Pozzo generico (metano/petrolio)	P410	Pozzo idrocarburi	null	80	90
PAD010	Centrale elettrica	P408B	Centrale idroelettrica sotterranea	null	null	90
PAD030	Sottostazione di trasformazione	P519	Sottostazione elettrica media	null	80	90
PAL012	Rùdere	P421B	Nuraghe	null	50	90
PAL015	Edificio	P431B	Chiesa cristiana	null	50	90
PAL019	Tettoia industriale/Capannone	P405B	Tettoia industriale/Deposito	null	50	90
PAL025	Tumulo/Colonna indicatrice	P420	Colonna indicatrice	null	null	90
PAL030	Cimitero	P435B	Cimitero piccolo	null	80	90
PAL130	Monumento	P418	Monumento notevole	null	30	90
PAM020	Silo/Contenitore cereali	P412	Silo/Contenitore di cereali	null	50	90
PAM070	Serbatoio/Deposito di liquidi e prodotti gassosi	P411	Serbatoio per raffineria	null	70	90
PAM070	Serbatoio/Deposito di liquidi e prodotti gassosi	P635B	Serbatoio idrico	null	20	90
PAM080	Serbatoio/Torre piezometrica	P635C	Serbatoio idrico pènsile/torre piezometrica	null	70	90
PAQ040	Ponte/Cavalcavia/Viadotto	P356B	Ponte per strade di categoria A7/B2/B3/B4 e viabilità nei centri abitati	null	80	90
PAQ040	Ponte/Cavalcavia/Viadotto	P350	Ponte per strade di categoria A1	null	80	90
PAQ040	Ponte/Cavalcavia/Viadotto	P356	Ponte per strade di categoria A5/A6 e per svincolo stradale	null	80	90
PAQ040	Ponte/Cavalcavia/Viadotto	P356D	Ponte in curva A7	null	80	90
PAQ040	Ponte/Cavalcavia/Viadotto	P351	Ponte per strade di categoria A2 e strade A1 con carreggiate separate	null	80	90
PAQ040	Ponte/Cavalcavia/Viadotto	P352	Ponte ferroviario	null	80	90
PAQ040	Ponte/Cavalcavia/Viadotto	P356C	Ponte in curva A5/A6	null	80	90
PAQ040	Ponte/Cavalcavia/Viadotto	P629	Ponte canale	null	80	90

feature	titolo	sigla	oggetto topografico	completezza da documentazione (1)	completezza da restituzione (2)	completezza da ricognizione (3)
PAQ040	Ponte/Cavalcavia/Viadotto	P354	Ponte per strade di categoria (A3/A4) e per svincolo autostradale.	null	80	90
PAQ062	Incrocio/Passaggio a livello	P212C	Passaggio a livello (chiusura permanente)	null	null	90
PAQ062	Incrocio/Passaggio a livello	P212B	Passaggio a livello non custodito	null	null	90
PAQ062	Incrocio/Passaggio a livello	P212A	Passaggio a livello custodito	null	null	90
PAQ100	Indicatore chilometrico	P332A	Segnale chilometrico su A2	null	null	90
PAQ100	Indicatore chilometrico	P332B	Segnale chilometrico su A3/A6	null	null	90
PAQ125	Stazione ferroviaria	P223	Stazione ferroviaria piccola	null	30	90
PAQ125	Stazione ferroviaria	P223A	Stazione sotterranea	null	null	90
PAQ125	Stazione ferroviaria	P224	Fermata	null	30	90
PAQ135	Area di sosta/Area di servizio	P330	Stazione di servizio	null	50	90
PAQ140	Area di sosta/Area di parcheggio	P331	Area di parcheggio	null	80	90
PAT040	Traliccio/Palo di elettrodotto	P516	Traliccio o pilone singolo di elettrodotto	null	80	90
PAT040	Traliccio/Palo di elettrodotto	P516A	Traliccio o pilone di interrimento elettrodotto	null	80	90
PBH011	Preso	P635A	Preso	null	null	90
PBI501	Depuratore/Vasca di depurazione	P440	Depuratore	null	80	90
PGB006	Campo di fortuna	P502	Campo di fortuna	null	30	90
AAB000	Discarica	C417	Discarica	null	70	null
AAC000	Stabilimento industriale/Impianto di trasformazione	C416	Serra	null	80	null
ABA030	Isola	C638A	Isola	null	90	null
ABA040	Mare	C638	Mare	null	90	null
ABE022	Delimitazione aree sabbiose	C645	Sabbia	null	90	null
ABH020	Canale	C622	Canale in proiezione	null	90	null
ABH080	Lago/Stagno	C611	Lago/Stagno	null	90	null
ABH095	Palude/Acquitrino	C646	Aquitrinio/palude	null	80	null
ABH130	Bacino montano/Invaso artificiale	C652	Invaso artificiale	null	90	null
ABH135	Risaia	C647	Risaia	null	50	null
ABH140	Fiume/Torrente	C605	Corso d'acqua con sponde in proiezione	null	90	null
ABH155	Salina	C648	Salina	null	60	null

feature	titolo	sigla	oggetto topografico	completezza da documentazione (1)	completezza da restituzione (2)	completezza da ricognizione (3)
ABH190	Laguna	C654A	Laguna	null	80	null
ABJ030	Ghiacciaio	C653	Ghiacciaio	null	80	null
ADB080	Depressione/Dolina	C910	Dolina/depressione	null	80	null
ADB160	Strati rocciosi/Formazione rocciosa	C916	Formazione rocciosa generica	null	80	null
ADB160	Strati rocciosi/Formazione rocciosa	C913	Conoide di detrito	null	80	null
ADB160	Strati rocciosi/Formazione rocciosa	C916A	Lava	null	80	null
ADB210	Frana	C907	Frana	null	30	null
AEA010	Terreno coltivato/Limite coltura	C723	Coltura generica	null	30	null
AEA030	Vivaio	C719X	Vivaio	null	80	null
AEA040	Terreno coltivato/Limite coltura	C701BX	Oliveto	null	60	null
AEA040	Frutteto	C701AX	Frutteto	null	70	null
AEA040	Frutteto	C701CX	Agrumeto	null	70	null
AEA050	Vigneto	C717	Vigneto	null	60	null
AEB010	Terreno erboso/Prato	C721	Prato stabile	null	50	null
AEB020	Macchia/Cespugliato	C711	Macchia/Cespugliato	null	80	null
AEC030	Bosco/Albero	C704	Bosco	null	90	null
AGB055	Pista di decollo e atterraggio	C505A	Pista aeroporto	null	90	null
AGB075	Pista di rullaggio	C505B	Pista di rullaggio	null	90	null
LAH010	Bastione	L419	Bastione in proiezione	null	90	null
LAK155	Pista da sci	L512	Pista da sci (bordo)	null	50	null
LAL070	filo spinato/palizzata/rete	L341	filo spinato/palizzata/rete/siepe	null	60	null
LAL200	Rùdere	L421	Rudere in proiezione	null	20	null
LAL260	Muro	L337A	Muro di sostegno non associato	null	80	null
LAL260	Muro	L337C	Muro di sostegno lungo A2/A3/A4	null	70	null
LAL260	Muro	L337D	Muro di sostegno lungo A5/A6/A7/Ferrovia	null	70	null
LAL260	Muro	L337B	Muro di sostegno lungo A1	null	70	null
LAL260	Muro	L339C	Muro lungo strada A3/A4/A5/A6/A7/Ferrovia	null	70	null
LAL260	Muro	L340	Muro a secco	null	50	null
LAL260	Muro	L339A	Muro con inerti e legante idraulico non associato	null	70	null

feature	titolo	sigla	oggetto topografico	completezza da documentazione (1)	completezza da restituzione (2)	completezza da ricognizione (3)
LAL260	Muro	L339D	Muro lungo strada B2/B3/B4	null	70	null
LAL260	Muro	L339B	Muro lungo strada A1/A2	null	70	null
LAP010	Carrareccia/Carreggiabile secondaria	L306	B2 - Carrareccia	null	80	null
LAP050	Sentiero/Mulattiera	L308	B4 - Sentiero facile	null	70	null
LAP050	Sentiero/Mulattiera	L309	B5 - Sentiero difficile	null	70	null
LAP050	Sentiero/Mulattiera	L715A	Pista Ippodromo/galoppatoio	null	90	null
LAP050	Sentiero/Mulattiera	L715	Vialetti parchi/giardini	null	90	null
LAP050	Sentiero/Mulattiera	L307	B3 - Mulattiera	null	70	null
LAP060	Pista/Tratturo	L310	B6 - Pista/Tratturo	null	50	null
LAQ030	Pedanca/Passerella	L362	Passerella/Pedanca in proiezione	null	80	null
LAQ113	Oleodotto/Gasdotto/Metanodotto	L514B	Oleodotto scoperto	null	20	null
LAQ113	Oleodotto/Gasdotto/Metanodotto	L515B	Gasdotto scoperto	null	20	null
LAQ130	Galleria/Tunnel/Sottopassaggio	L321	Galleria di protezione caduta massi	null	80	null
LBA010	Linea di Costa	L999	Linea di Costa	null	90	null
LBA050	Spiaggia	L645	Spiaggia sabbiosa	null	90	null
LBB040	Barriera frangiflutti	L640	Barriera frangiflutti	null	90	null
LBB190	Molo/Pontile/Banchina	L639	Molo/Pontile/Banchina	null	90	null
LBH010	Acquedotto	L690	Acquedotto scoperto	null	50	null
LBH020	Canale	L627	Canale in costruzione	null	50	null
LBH020	Canale	L623	Canale di larghezza compresa tra 5 m e 20 m	null	90	null
LBH020	Canale	L624	Canale di larghezza minore di 5 m	null	90	null
LBH020	Canale	L622	Geometria logica completamento grafo idrografico dei canali	null	90	null
LBH030	Canaletto di scolo/Fosso irriguo	L626	Canaletto di irrigazione	null	80	null
LBH030	Canaletto di scolo/Fosso irriguo	L625	Fosso irriguo o di scolo	null	80	null
LBH110	Condotta forzata	L642	Condotta forzata in superficie	null	70	null
LBH140	Fiume/Torrente	L601	Corso d'acqua (>= 5m < 20m)	null	90	null
LBH140	Fiume/Torrente	L602	Corso d'acqua (>1m < 5m)	null	90	null
LBH140	Fiume/Torrente	L603	Impluvio/Piccolo corso d'acqua (<=1m)	null	80	null
LBH140	Fiume/Torrente	L610	Fiumara	null	80	null

feature	titolo	sigla	oggetto topografico	completezza da documentazione (1)	completezza da restituzione (2)	completezza da ricognizione (3)
LBH140	Fiume/Torrente	L605	Geometria logica per completamento grafo idrografico dei fiumi e dei laghi	null	90	null
LBH191	Canale lagunare	L654C	Canale lagunare (bordo)	null	90	null
LBH191	Canale lagunare	L654B	Canale lagunare (asse)	null	90	null
LBI020	Diga/Briglia/Pescaia	L615	Briglia/Pescaia	null	80	null
LBI040	Chiusa	L614B	Chiusa con passerella (in proiezione)	null	80	null
LCA010	Curve di livello	L901A	Curva di livello direttrice (ghiacciaio)	null	100	null
LCA010	Curve di livello	L902	Curva di livello intermedia (25 m)	null	100	null
LCA010	Curve di livello	L902A	Curva di livello intermedia (ghiacciaio)	null	100	null
LCA010	Curve di livello	L903	Curva di livello ausiliaria (5 m)	null	90	null
LCA010	Curve di livello	L901	Curva di livello direttrice (100 m)	null	100	null
LCA026		LBK1	Breakline	null	90	null
LDB010	Scarpata/Dirupo	L325A	Scarpata piccola	null	80	null
LDB010	Scarpata/Dirupo	L325B	Scarpata media	null	80	null
LDB010	Scarpata/Dirupo	L325D	Scarpata rivestita da muro	null	80	null
LDB010	Scarpata/Dirupo	L325C	Scarpata grande	null	80	null
LDB090	Argine	L338A	Argine medio/piccolo	null	80	null
LDB090	Argine	L338B	Argine notevole	null	90	null
LDB200	Calanco	L905	Calanco	null	70	null
LEA010	Terreno coltivato/Limite coltura	L722	Limite di coltura	null	80	null
LEC030	Bosco/Albero	L723	Filare di alberi	null	80	null
PAF010	Ciminiera	P422B	Ciminiera	null	90	null
PAF030	Torre di raffreddamento	P422C	Torre di raffreddamento	null	90	null
PAK040	Campo sportivo	P438C	Campo sportivo (baseball)	null	90	null
PAK040	Campo sportivo	P438	Campo sportivo generico	null	90	null
PAK040	Campo sportivo	P438A	Campo sportivo (calcio)	null	90	null
PAK050	Campo da tennis	P442A	Campo sportivo polivalente coperto	null	90	null
PAK050	Campo da tennis	P442	Campo sportivo polivalente scoperto	null	90	null
PAK160	Stadio/Anfiteatro	P438B	Campo sportivo con pista (stadio)	null	90	null
PAK170	Piscina	P441	Piscina	null	90	null
PAL012	Rùdere	P421A	Rovina antica	null	20	null

feature	titolo	sigla	oggetto topografico	completezza da documentazione (1)	completezza da restituzione (2)	completezza da ricognizione (3)
PAL100	Capanna/Baracca/Tettoia agricola/Baita	P403	Baracca/capanna/baita/tettoia	null	50	null
PAL100	Capanna/Baracca/Tettoia agricola/Baita	P403A	Tettoia agricola/Fienile	null	50	null
PAL200	Rùdere	P421	Rudere generico	null	80	null
PAL220	Campanile/Torre/Guglia	P422A	Campanile/Torre	null	90	null
PAQ030	Pedanca/Passerella	P362	Pedanca/Passerella	null	80	null
PAQ058	Strozzatura/Allargamento	P319C	Strozzatura	null	90	null
PAQ058	Strozzatura/Allargamento	P319B	Allargamento circolare	null	90	null
PAQ058	Strozzatura/Allargamento	P319A	Allargamento rettangolare	null	90	null
PAT080	Stazione per telecomunicazioni	P520	Stazione e/o antenna per telecomunicazioni	null	80	null
PBC080	Briccola	P655	Briccola	null	70	null
PBD130	Scoglio	P640	Scoglio isolato affiorante	null	80	null
PBH180	Cascata	P612	Cascata	null	90	null
PBI010	Cisterna	P636B	Cisterna	null	50	null
PBI020	Diga/Briglia/Pescaia	P613	Briglia/Pescaia	null	80	null
PBI040	Diga/Briglia/Pescaia	P614A	Chiusa con passerella	null	80	null
PBI040	Diga/Briglia/Pescaia	P614B	Chiusa	null	80	null
PCA030	Punto quotato	PBK1	Breakpoint	null	90	null
PCA030	Punto quotato	P1003A	Quota topografica al suolo	null	90	null
PCA030	Punto quotato	P1003B	Quota su manufatto	null	90	null
PCA030	Punto quotato	P1003D	Quota depressione	null	90	null
PCA035	Quota acque	P1003C	Quota acque	null	90	null
PDB080	Depressione/Dolina	P910	Dolina/depressione	null	80	null
PDB150	Passo/Valico	P320	Passo/Valico	null	60	null
PGB030	Piazzola atterraggio elicotteri	P501	Piazzola per elicotteri	null	80	null
AAL005	Parco Naturale	C716A	Parco Nazionale	100	null	null
AAL005	Parco Naturale	C716B	Parco Regionale	100	null	null
AAL020	Centro abitato	C401A	Centro abitato	100	null	null
AAL105	Nucleo abitato	C401B	Nucleo abitato	100	null	null
AFA001	Area amministrativa	C800A	Stato Città del Vaticano	100	null	null
AFA001	Area amministrativa	C800B	Repubblica di San Marino	100	null	null
AFA001	Area amministrativa	C800D	Comune	100	null	null
LAN010	Ferrovia/Tranvia/Funicolare	L202C	linea metro	100	null	null
LAQ113	Oleodotto/Gasdotto/Metanodotto	L515A	Gasdotto interrato	*	null	null
LAQ113	Oleodotto/Gasdotto/Metanodotto	L514A	Oleodotto interrato	*	null	null

feature	titolo	sigla	oggetto topografico	completezza da documentazione (1)	completezza da restituzione (2)	completezza da ricognizione (3)
LAQ130	Galleria/Tunnel/Sottopassaggio	L316A	Galleria stradale	*	null	null
LAQ130	Galleria/Tunnel/Sottopassaggio	L219	Galleria ferroviaria	*	null	null
LAQ130	Galleria/Tunnel/Sottopassaggio	L628B	Canale/acquedotto in galleria	*	null	null
LAQ130	Galleria/Tunnel/Sottopassaggio	L316	Galleria autostradale	*	null	null
LAT030	Elettrodotta	L516A	elettrodotta a linea sotterranea	*	null	null
LBE015	Curva batimetrica/Isobata	L1008	Curva batimetrica	100	null	null
LBE015	Curva batimetrica/Isobata	L1008B	Curva l.m.m. (nei laghi)	100	null	null
LBH010	Acquedotto	L616	Acquedotto sotterraneo	*	null	null
LBH110	Condotta forzata	L643	Condotta forzata sotterranea	*	null	null
LFA000	Limite amministrativo	L801	Limite amministrativo di Stato	100	null	null
LFA000	Limite amministrativo	L802	Limite amministrativo regionale	100	null	null
LFA000	Limite amministrativo	L803	Limite amministrativo provinciale	100	null	null
LFA000	Limite amministrativo	L804	Limite amministrativo comunale	100	null	null
PAA010	Miniera	P413	Miniera in pozzo	*	null	null
PAA050	Pozzo generico (metano/petrolio)	P633	Pozzo idrico	*	null	null
PAJ051	Aeromotore	P415	Aeromotore	*	null	null
PAL015	Edificio	P434A	Tabernacolo	*	null	null
PAL116	Croce isolata	P434B	Croce isolata	*	null	null
PBC020	Boa	P641	Boa luminosa	*	null	null
PBC040	Luce/Fanale	P641A	Luce/Fanale	*	null	null
PBC050	Faro (marittimo)	P641B	Faro (marittimo)	*	null	null
PBH075	Fontana	P636A	Fontana	*	null	null
PBH170	Sorgente	P634	Sorgente	*	null	null
PBH175	Abbeveratoio	P637A	Abbeveratoio con fontana	*	null	null
PDB030	Caverna/Grotta	P904A	Grotta ad accesso verticale	*	null	null
PDB030	Caverna/Grotta	P904B	Grotta ad accesso orizzontale	*	null	null
PGB065	Idroscalo	P503	Idroscalo	*	null	null
PZB030	Cippo di confine	P805	Cippo di confine	100	null	null
PZB060	Punto geodetico	P1001A	Vertice GPS (I.G.M. 95)	100	null	null
PZB060	Punto geodetico	P1001	Vertice Trigonometrico	100	null	null

3.2 Completezza della toponomastica (correttezza, corrispondenza)

La verifica della toponomastica va eseguita alla fine della fase di restituzione, della fase ricognizione e della fase di vestizione grafica.

a) Alla fine della fase di restituzione si verifica esclusivamente:

- che sia stato effettuato l'inserimento dei toponimi del DB storico della toponomastica fornito dall'IGM nei file di restituzione.

Dopo la fase di restituzione è consigliabile effettuare un editing al fine di rendere leggibile la carta ed agevolare la successiva fase di ricognizione.

b) Alla fine della fase di ricognizione si verifica:

- La correttezza e dei dati raccolti in campagna ed inseriti nel "libretto della toponomastica";
- la corrispondenza tra i toponimi presenti nel DB e riportati sulla carta con quelli dei libretti della toponomastica;
- la corrispondenza tra i toponimi con l'attributo NAM del corrispondente oggetto topografico;
- la corrispondenza tra oggetto topografico e font/dimensione/colore assegnato al relativo toponimo;
- la correttezza nel posizionamento (punto di applicazione e orientamento del testo);

Alla fine della fase di ricognizione può essere necessario effettuare un ulteriore editing per il posizionamento della toponomastica per la vestizione.

c) Alla fine della fase di vestizione grafica si verifica:

- la corrispondenza tra oggetto topografico e font/dimensione/colore assegnato al relativo toponimo;
- correttezza nel posizionamento nella vestizione e stampa finale;
- la corrispondenza tra i toponimi presenti nel DB e riportati sulla carta con quelli dei libretti della toponomastica;

Non viene più verificata:

- la corrispondenza tra i toponimi con l'attributo NAM del corrispondente oggetto topografico;
- La correttezza e dei dati raccolti in campagna ed inseriti nel "libretto della toponomastica";

in quanto già verificati alla fine della fase di ricognizione.

Nella tabella seguente sono rlassunte le verifiche da effettuare alla fine di ogni fase con i relativi valori di attendibilità.

Il valore "null" inserito nella colonna relativa ad una fase significa che la verifica corrispondente non viene effettuata.

VERIFICA	restituzione	ricognizione	vestizione
La correttezza e dei dati raccolti in campagna ed inseriti nel "libretto della toponomastica"	90%	95%	null
la corrispondenza dei toponimi presenti nel DB e quelli riportati sulla carta con quelli dei libretti della toponomastica.	null	95%	null
la corrispondenza tra i toponimi e l'attributo NAM del corrispondente oggetto topografico.	null	95%	null
corrispondenza tra oggetto topografico e font/dimensione/colore assegnato al relativo toponimo.	95%	95%	98%
correttezza nel posizionamento (punto di applicazione e orientamento del testo).	null	80%	null
correttezza nel posizionamento nella vestizione e stampa finale.	null	null	90%

Tabella delle attendibilità della toponomastica

4. ACCURATEZZA TEMATICA

Indica come, nelle varie classi di oggetti, gli attributi sono stati inseriti. Per ogni classe possono essere presenti più attributi, ognuno dei quali ha un suo proprio dominio. Un errore tematico è presente quando, in un singolo record sono stati inseriti uno o più attributi errati. Abbiamo quindi un oggetto che pur restando all'interno della sua classe, non viene descritto in modo completamente corretto, per quanto riguarda tutte le sue caratteristiche.

Nel documento "Feature attributi e domini" delle Specifiche sono elencati tutti gli attributi previsti per ognuno degli *oggetti* del DB25. Gli attributi si distinguono in **variabili e fissi**. I primi sono evidenziati e ne sono riportati i possibili valori, codificati oggetto per oggetto o definiti nel loro *range*. Gli attributi fissi (tali perché il loro valore dipende dal codice *lab*) **non sono considerati** per la valutazione dell'accuratezza tematica anche se sono resi disponibili in fase di cessione dati in quanto forniscono informazioni aggiuntive sul singolo *oggetto*.

I valori relativi all'accuratezza tematica per ogni attributo sono invece riportati nell'elenco degli *oggetti* contenuto nel documento "*Selezione degli oggetti topografici*" (n.b. l'attributo variabile TXT non viene considerato in quanto riguarda le annotazioni dell'utente e non è necessario riempirlo).

4.1 Caratteristiche da valutare

L'accuratezza tematica esprime il grado di esattezza ottenuto nella determinazione e nell'assegnazione di attributi che forniscono indicazioni di tipo qualitativo e quantitativo e quindi possono assumere valori differenti per ogni elemento dell' *oggetto* a cui fanno riferimento.

- attributi qualitativi - riferiscono caratteristiche o proprietà espresse generalmente attraverso una stringa alfanumerica (l'attributo "NAM", ad esempio, riporta il nome dell' *oggetto* considerato) o tramite un codice FACC del DIGEST i cui valori appartengono ad un dominio definito (LOC008, attributo relativo ai trasporti, il quale fornisce l'indicazione che si trovano al livello del suolo);
- attributi quantitativi - esprimono grandezze relative a caratteristiche o proprietà espresse tramite valori numerici con limiti di grandezza stabiliti nelle Specifiche. Per esempio l'angolo di orientamento AO1 è un attributo quantitativo ed è considerato corretto quando è congruente, entro un intervallo (*range*) assegnato nella tabella, al valore angolare espresso nella geometria del punto orientato a cui si riferisce.

4.2 Attendibilità ammessa

Nel documento "*Selezione degli oggetti topografici*" sono riportate le attendibilità ammesse per ogni attributo variabile che possono assumere i seguenti valori::

- 1) 95% quando un attributo costituisce un dato assoluto ed è facilmente reperibile o proviene da una fonte certificata e/o attendibile; classico esempio è il campo NAM presente in gran parte delle tabelle del DB25, dove l'attendibilità è 95 % in quanto viene fatto un completo trasferimento dei dati raccolti nei campi corrispondenti (esempio è il popolamento del campo NAM appartenente all'oggetto casa isolata nel caso in cui questa sia accompagnata da toponimo). Se non esiste tale correlazione come nella maggior parte dei casi dovrà essere inserito il valore UNK (sconosciuto).
- 2) 90% quando un attributo costituisce un dato relativo che non si basa su dati certificati o considerati come tali, ma dove si prevede il massimo sforzo per conseguire un'informazione corretta pertanto non sono ammessi valori del tipo UNK o 000 salvo casi documentati, il suo popolamento può essere stimato in restituzione (es. attributo LOC) o raccolto tramite la ricognizione (es. attributo PRO);
- 3) 0% quando un attributo costituisce un dato opzionale di cui la necessità della raccolta del valore non viene considerata importante conseguentemente saranno ammessi valori del tipo UNK o 000.

Si fa presente, comunque, che nel caso la documentazione raccolta provenga da Enti gestori (quali Enel, ISTAT, etc.) essa dovrà contenere il dato più aggiornato e completo possibile; la sua trascrizione dovrà mostrarsi la più fedele possibile.

4.3 Modalità di misura del parametro di qualità

Nel caso di un attributo qualitativo il raffronto con il dato corretto sarà di tipo "booleano" (vero o falso); nel caso di un attributo quantitativo il valore numerico sarà ritenuto valido se ricadrà nell'intervallo $x-k \leq x \leq x+k$ (per $k=0$ il valore numerico valido dovrà coincidere con quello presente nel DB).

Attributi qualitativi:

- **NAM** indica il nome dell' oggetto ed il riempimento del campo dovrà essere considerato come dato assoluto;
- **EXS** indica se l' oggetto (es. miniera) è attualmente operativo o abbandonato. La fonte di acquisizione è la documentazione fornita da Enti gestori ed è da considerarsi quindi come un dato relativo;
- **PRO** indica il tipo di produzione che realizza l'oggetto. Come il precedente la fonte di acquisizione avviene attraverso la documentazione fornita da Enti gestori ed è da considerarsi anch'esso come un dato relativo;
- **BFC** indica la tipologia dell' oggetto edificio generico (es. casa BFC016 o municipio BFC052). L'acquisizione avviene tramite la ricognizione ed il dato ha valenza relativa;
- **USE** indica il tipo di esercizio svolto dell' oggetto (es USE123 porto turistico). Anche qui la fonte di acquisizione è la ricognizione; il dato è relativo ;
- **NA4** è costituito da un codice di tipo amministrativo caratteristico dell' oggetto. La fonte è il Catasto. Anche in questo caso il dato fornito viene considerato assoluto;
- **NA3** è costituito da un codice di tipo amministrativo caratteristico dell' oggetto. La fonte è il Catasto. Anche in questo caso il dato fornito viene considerato assoluto;
- **LOC** indica la localizzazione spaziale dell' oggetto (es LOC008 strada al livello del suolo) La fonte di acquisizione è la restituzione ed il dato viene considerato relativo;
- **PRA** indica tramite il codice DIGEST il tipo di propulsione utilizzato per i trasporti (es. PRA004 linea ferroviaria non elettrificata). Gli Enti gestori sono la fonte di acquisizione e il dato viene considerato relativo;
- **LTN** indica il numero di binari o corsie costituenti l' oggetto (es. LTN002 linea con due binari). Gli Enti gestori sono la fonte di acquisizione e il dato viene considerato relativo;
- **MED** indica la presenza o meno di uno spartitraffico (es. MED001 svincolo con spartitraffico). La fonte di acquisizione è la restituzione e il dato viene considerato relativo;
- **WD1** indica la larghezza dell' oggetto (es. WD1035 larghezza minima della galleria di 3,5 m). La fonte è la ricognizione ed il dato viene considerato opzionale;
- **TUC** indica se esiste il trasporto su natanti (es. TUC024 trasporto su barche fluviali sui corsi d'acqua). Gli Enti gestori sono la fonte di acquisizione ed il dato viene considerato opzionale;

Attributi quantitativi:

- **PPL** indica il numero degli abitanti; la fonte è l'ISTAT e viene considerato un dato assoluto;
- **ZV2** indica la quota di massimo invaso raggiungibile da un bacino idrico; l' acquisizione avviene tramite gli Enti gestori ed il dato fornito è considerato assoluto;
- **UBD** indica la luce libera in metri di sottopassi e di cavalcavia, in relazione alla viabilità principale, con altezza dell'intradosso inferiore ai 4,5 m. L' acquisizione avviene tramite la ricognizione ed il dato viene considerato opzionale;
- **BLC** indica la stazza in tonnellate del natante. Gli Enti gestori sono la fonte di acquisizione e il dato viene considerato opzionale;
- **KVA** indica il voltaggio in kw degli elettrodotti. Gli Enti gestori sono la fonte di acquisizione e il dato viene considerato opzionale;

- **CRV** indica la quota in metri delle curve di livello. L'acquisizione avviene tramite il DTM; il dato è considerato assoluto;
- **WGP** indica la misura del più corto tra i due assi perpendicolari, espressa in metri, con incrementi in decimetri di un acquedotto. Gli Enti gestori sono la fonte di acquisizione e il dato viene considerato opzionale;
- **AO1** indica l'angolo d'orientamento del particolare con precisione in 0,01 DEG. La fonte è la restituzione e il dato viene considerato assoluto salvo il caso in cui ha una valenza legata solo alla vestizione per cui è considerato opzionale;

4.4 Determinazione della qualità

La qualità completa del DB in termini di accuratezza tematica viene stabilita alla fine della fase di **ricognizione e primo plottaggio** ed è conforme alle Specifiche quando per ogni tipo di attributo la percentuale di errore (E_{TM}) nell'assegnare il giusto valore per ogni tipo di attributo (riguardante anche a più di un oggetto) deve risultare inferiore o uguale a 100 meno l'attendibilità corretta attesa A_{CA} in percentuale ($E_{TM} \leq (100 - A_{CA})$).

TABELLA PER LA DETERMINAZIONE DELL'ACCURATEZZA TEMATICA			
ATTRIBUTI	% A_{CA}	% E_{TM}	qualità rispettata
NAM	95	0	si
EXS	90	0	si
PRO	90	0	si
BFC	90	0	si
USE	90	0	si
NA4	95	0	si
NA3	95	0	si
LOC	90	0	si
PRA	90	0	si
LTN	90	0	si
MED	90	0	si
PPL	95	0	si
ZV2	95	0	si
AO1	95	0	si
CRV	95	0	si

5 CONGRUENZA TOPOLOGICA

5.1 Premessa

La congruenza topologica è un parametro qualitativo del prodotto che esprime il grado di aderenza della struttura del *database* ad una serie di vincoli geometrici tra gli oggetti che lo compongono. Il prodotto così strutturato è di tipo topologico e come tale costituisce nel suo insieme un *dataset*.

Lo *standard* di riferimento del DB25 è il DIGEST nella struttura a più livelli di topologia: livello 0 "spaghetti", livello 1 *chain-node*, livello 2 *planar graph*, livello 3 *full topology*.

Livello	Denominazione	Caratteristiche
Level 0	Spaghetti	Non ci sono relazioni topologiche tra le primitive che sono indipendenti le une dalle altre.
Level 1	Chain-Node	Ogni edge ha un nodo di inizio e di fine ma non ci sono nodi in corrispondenza degli incroci.
Level 2	Planar Graph	Gli edge si incrociano in corrispondenza di un nodo (intersezione topologica fra linee)
Level 3	Full Topology	Relazione di mutua esclusività tra le primitive areali ed intersezione topologica fra aree e linee. Copertura completa della superficie rappresentata.

- Il formato di fornitura dei dati del DB25 è un *geo-database* relazionale (RDB) con campi *BLOB (Binary Large Object)* per la componente spaziale, uno per ogni classe (*feature*) di oggetto. In questa struttura dati non è possibile esprimere esplicitamente né relazioni topologiche né vincoli. Questo vuol dire che nel campo *BLOB* non sono presenti primitive topologiche "nodo", "bordo" e "faccia" ma primitive geometriche punto, linea e poligono.
- L'IGM, con lavorazioni interne, trasforma successivamente la struttura RDB in struttura VRF (*Vector Relational Format*) con topologia a vari livelli, al fine di garantirsi che la trasformazione avvenga senza effettuare rielaborazioni sui dati, impone il rispetto di una serie proprietà (relazioni topologiche e vincoli geometrici) che le classi di oggetti devono possedere o a cui devono sottostare.
- L'IGM alla fine di tutto il processo pubblica i dati del DB25 nel formato VPF (*Vector Product Format*) in cui la struttura riportata nel presente documento dovrebbe trovare realizzazione.

Dal punto di vista di procedura di produzione risulta indispensabile elaborare i dati in un ambiente software topologico ed effettuare alla fine l'esportazione nella struttura RDB. Con questa procedura si perde la componente di relazione topologica esplicita dei dati (segmento orientato, nodo di partenza, nodo di fine, faccia destra, faccia sinistra etc.) ma si garantisce che essa sia automaticamente ricostruibile quando in dati sono importati in un *database* topologico.

I dati non necessariamente sono creati in un ambiente *software* che contempri i massimi livelli topologici e comunque non sono forniti in un formato che lo prevede; di conseguenza la struttura topologica a cui ci si riferisce nel presente documento rappresenta una fase produttiva a livello topologico intermedio che pone sostanzialmente vincoli di connettività ma non di orientamento spaziale delle geometrie.

5.2 Struttura topologica del database, vincoli e relazioni logiche

Le relazioni topologiche sono le proprietà spaziali degli oggetti geografici ed esprimono il modo di connettersi tra loro. Caratterizzano i *geo-database* topologici e stabiliscono il tipo di relazione tra gli oggetti. Il DB_25 si basa su una serie di regole topologiche che garantiscono la consistenza ed il contenuto geometrico dei dati.

In topologia le primitive geometriche punto, linea e poligono divengono *node*, *edge* e *face* (nodo, lato e faccia) ed il loro mutuo rapporto spaziale utilizza relazioni di adiacenza, intersezione, appartenenza e connessione, in genere definite come regole di *touch*, *intersect*, *overlap*, *disjoint*, *inside*.

Tali regole interessano le coppie di primitive geometriche nelle combinazioni *face-face*, *face-edge*, *edge-edge*, *edge-node*, *face-node*, *node-node*.

Il DB_25 strutturato in un ambiente *software* topologico deve osservare una serie di relazioni topologiche che caratterizzano generalmente i *geo-database*. Queste regole geometriche sono insite nell'organizzazione e nell'impianto del *database*.

L'applicazione delle relazioni topologiche deve garantire che rimangano inalterate tutte le mutue relazioni spaziali, di posizione, tra gli oggetti topografici; un oggetto puntuale o areale rimane quindi sempre posizionato sullo stesso lato rispetto ad un *edge*.

Parallelamente alle relazioni topologiche sono da applicare vincoli, sempre di natura geometrica, e relazioni logiche legate al tipo di rappresentazione grafica che si vuol ottenere dal DB_25. Per il DB_25, infatti sono stabiliti una serie di vincoli che portano ad una schema geometrico dei dati idoneo per la scala di rappresentazione al 25.000: nella maggior parte dei casi sono imposti per evitare problemi nell'applicazione del convenzionalismo grafico e per la chiara leggibilità della carta.

Relazioni topologiche, vincoli e relazioni logiche riguardano le singole *feature* e conseguentemente i relativi sotto-oggetti.

Nel documento "**Struttura e relazioni topologiche del DB25 – Vincoli e controlli geometrici**" sono descritte e illustrate dettagliatamente le relazioni topologiche, i vincoli e le relazioni logiche, sia a livello descrittivo che attraverso sintetiche tabelle.

Le relazioni topologiche sono definite sulla base di una determinata struttura topologica del database che per il DB_25 prevede l'organizzazione del *dataset* in classi topologiche; le *feature* sono raggruppate in una serie di classi in base alla loro natura geometrica e alla correlazione logica dei dati che rappresentano. Sono elencate le relazioni topologiche fra le classi e conseguentemente tra *feature* appartenenti alla stessa classe e anche tra *feature* di classi diverse, segnalando casi particolari ed eccezioni.

Una serie di tabelle schematizzano le relazioni tra i dataset geometrici delle *feature*. Le relazioni elencate per gli elementi areali sono "non ammesse", quindi di esclusione assoluta di relazione; tutti gli altri tipi di relazioni sono definite "ammesse" e, per chiarezza, sono da osservare obbligatoriamente.

La struttura topologica del dataset si può schematizzare con 4 principali strati di oggetti:

- a. Strato di oggetti areali che costituiscono nel loro insieme la base topografica. Le aree sono mutuamente esclusive; non è ammessa la sovrapposizione neanche parziale, come previsto dal massimo livello topologico, anche se la selezione degli oggetti topografici del DB non garantiscono la totale copertura della superficie.
- b. Strato di oggetti lineari che partecipano a formare grafi, in particolare la rete della viabilità e dell'idrografia. Sono caratterizzate da topologia di tipo "network".
- c. Strato di oggetti areali con geometrie sovrapponibili, vale a dire aree non mutuamente esclusive, ad esclusione di quelle appartenenti alla stessa *feature*. Riguardano aree di tipo amministrativo e aree "complesse" cioè composte da aggregazione funzionale di oggetti semplici.
- d. Strato di oggetti lineari e puntuali che non instaurano relazioni topologiche con altri oggetti.

Le principali interazioni fra gli strati sopra definiti sono:

- Gli oggetti della tipologia “a” intersecano topologicamente le geometrie di tipo “b”, non quelle di tipo “c”, con le quali possono avere tratti in comune, e non quelle di tipo “d”.
- Gli oggetti della tipologia “b” condividono parte della geometria degli oggetti di tipo “a” e possono dividerle con le tipologie “c” e “d”; hanno una relazione di connessione con oggetti areali, lineari e puntuali appartenenti a feature affini (ad esempio stazione e linea ferroviaria).

La struttura topologica e logica che risulta dall’applicazione delle specifiche del documento “**Struttura e relazioni topologiche del DB25 – Vincoli e controlli geometrici**” costituisce oggetto di valutazione qualitativa del prodotto attraverso procedure di verifica e validazione dei dati relativamente alle singole relazioni topologiche, ai vincoli geometrici e alle relazioni logiche.

5.3 Determinazione del parametro di qualità

Il parametro di qualità per la topologia si valuta sull’intero *dataset*.

La determinazione del parametro è effettuata con l’utilizzo di funzioni automatiche. Per le relazioni topologiche ed i vincoli geometrici, è effettuata tramite strumenti software applicando *query* spaziali o algoritmi con programmi stand alone. La correttezza geometrica degli oggetti è valutata sulla base della descrizione delle anomalie geometriche e di connessione riportata nel documento “**Struttura e relazioni topologiche del DB25 – Vincoli e controlli geometrici**”.

Quindi per il controllo delle eventuali anomalie geometriche si applicano validazioni geometriche che consentono di rilevare duplicazioni di geometrie, difetti di connessione del tipo *undershoot*, *overshoot*, *sliver* e di scorrettezza geometrica del tipo *loop*, *kickback*, *node mismatch*.

Le funzioni di tipo spaziale sono applicate anche in “cascata”, cioè *query* della *query*, o combinando *query* spaziali e *query* di selezione di *feature* in base agli attributi.

Le *query* sono impostate con la sintassi più logica e corretta, tenendo conto dell’ordine in cui vengono richiamate le *feature*; si utilizzando le funzioni e il linguaggio proprie del *software* impiegato, in modo da verificare la correttezza delle relazioni richieste.

Il risultato delle *query* è una lista di elementi da rapportare al numero totale degli elementi presenti della *feature* da controllare.

Per la validazione risulterà un elenco di errori/incongruenze il cui numero è rapportato al numero totale degli oggetti sui quali si applica la validazione geometrica.

Il parametro di qualità viene espresso come percentuale delle risultanze delle interrogazioni rispetto al numero totale degli elementi delle *feature* considerate.

5.4 Grado di accettabilità

Per le relazioni topologiche non sono ammesse incongruenze nel prodotto del DB_25, già nella prima fase del processo produttivo di formazione del DB_25.

Per i vincoli geometrici imposti e relazioni logiche si determina una media statistica dei dati che risultano corretti rispetto al totale.

I valori di accettabilità risultano pertanto i seguenti:

Tipo vincolo del parametro di qualità	Grado di congruenza topologica
Relazioni topologiche	100%
Vincoli geometrici e relazioni logiche	95 %